

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. September 2004 (23.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/082099 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02J 15/00,**
G01D 21/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/002529

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2003 (12.03.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ABB RESEARCH LTD.** [CH/CH]; Affolternstrasse
44, CH-8050 Zürich (CH).

(72) Erfinder; und

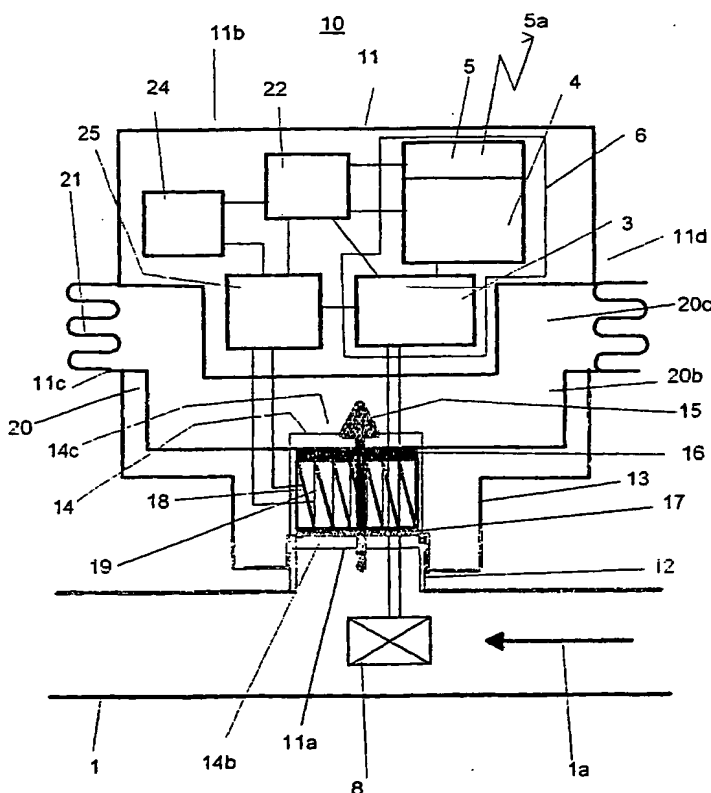
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHEIBLE, Gun-**
tram [DE/DE]; Holunderweg 5, 69493 Hirschberg (DE).
KEUL, Thomas [DE/DE]; Gartenstr. 2 Bernbach, 63579
Freigericht (DE). **MÉRTE, Rolf** [DE/DE]; Weitershäuser
Str. 14, 35041 Marburg (DE). **OVERHOFF, Dietmar**
[DE/DE]; Wendelinusstr. 16, 63579 Freigericht (DE).
DECKMANN, Heinrich [—/—]; Ilinsdorfstr. 7,
63505 Langenselbold (DE). **HUCK, Ralf** [DE/DE];
Theodor-Heuss-Strasse 10, 63457 Hanau (DE).

(74) Anwälte: **MILLER, Toivo** usw.; ABB Patent GmbH,
Wallstadter Str. 59, 68526 Ladenburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT AND METHOD FOR CONTINUOUSLY SUPPLYING ELECTRIC POWER TO A FIELD DE-
VICE IN A TECHNICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR DRAHTLOSEN VERSORGUNG EINES FELDGERÄTES IN EI-
NER VERFAHRENSTECHNISCHEN ANLAGE MIT ELEKTRISCHER ENERGIE



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement for continuously supplying electric power to a field device (10), comprising a housing (11) in order to monitor a technical process in a technical system. Said field device is fitted with a wireless communication interface (5). The field device (10) comprises at least one field device side (11a) orientated towards the process and at least one field device side (11b, c, d) orientated away from the process and is fitted with a thermoelectric converter (14). Said converter comprises one converter side (14b) orientated towards the process (11a) and one converter side (14c) orientated away from the process (11b, c, d). The heat flow inside the field device side (11a) which is orientated towards the process (11a) and the field device side (11b, c, d) which is orientated away from the process (11b, c, d), is converted by the thermoelectric converter into electric power which can occur in a bi-directional manner.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Anordnung beschrieben zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes (10) mit einem Gehäuse (11) zur Überwachung eines verfahrenstechnischen Prozesses in einer verfahrenstechnischen Anlage, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle (5) ausgestattet ist, mit elektrischer Energie. Das Feldgerät (10)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CN, CO, CR, CU, DM, DZ, EC, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, RO, RU, SC, SD, SG, SL, TJ, TM, TN, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

weist wenigstens eine prozesszugewandte Feldgeräteseite (11a) und wenigstens eine prozessabgewandte Feldgeräteseite (11b, c, d) auf und ist mit einem thermoelektrischen Wandler (14) ausgestattet, der eine prozesszugewandte Wandlerseite (14b) und eine prozessabgewandte Wandlerseite (14c) aufweist. Der Wärmestrom in dem Feldgerät zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite (11a) und der prozessabgewandten Feldgeräteseite (11b, c, d) wird durch den thermoelektrischen Wandler (14) in elektrische Energie umgewandelt, was bidirektional erfolgen kann.

5 Anordnung und Verfahren zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes in einer ver-
 fahrenstechnischen Anlage mit elektrischer Energie

Beschreibung

10 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes
 in einer verfahrenstechnischen Anlage, das mit einer drahtlosen Kommunikations-
 schnittstelle ausgestattet ist, mit elektrischer Energie, gemäß dem Oberbegriff des
 Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur drahtlosen Versorgung
 eines Feldgerätes in einer verfahrenstechnischen Anlage mit elektrischer Energie ge-
15 mäß dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

 Es sind Feldgeräte, die mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle, beispiels-
 weise einer GPRS-, Bluetooth- oder einer anderen energiesparsamen Schnittstelle
 wie ZigBee, ausgestattet sind, zur Anwendung in verfahrenstechnischen Anlagen
 bekannt, wobei solche Geräte neben einer Sensor/Aktoreinheit, welche den eigentli-
20 chen Mess- oder Stellmodul, einen Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbei-
 tungsmodul und auch die drahtlose Kommunikationsschnittstelle umfasst, noch eine
 Energieerzeugungs- und Bereitstellungseinheit zur drahtlosen Energieversorgung
 des Feldgerätes innerhalb eines Gehäuses umfassen. Besonders vorteilhaft er-
 scheint dabei eine Variante einer Energieerzeugungs- und Bereitstellungseinheit,
25 durch die prozessual in der verfahrenstechnischen Anlage vorhandene, nicht-
 elektrische Primärenergie in elektrische Energie umgesetzt und das Feldgerät auf
 diese Weise mit elektrischer Energie versorgt wird, da man auf diese Weise den
 Nachteil der Erschöpflichkeit konventioneller Primärenergiequellen, wie z.B. Batte-
 rien, vermeidet. In der DE 101 20 100 A1 wurde ein solches System vorgeschlagen,
30 das sich zur Versorgung von Feldgeräten mit drahtloser Kommunikationseinrichtung
 zur Verwendung in verfahrenstechnischen Anlagen sogenannter nicht-
 konventioneller Primärenergieerzeuger bedient, beispielsweise eines thermo-

elektrischen Wandlers, mit dem eine Temperaturdifferenz zwischen zwei Medien unterschiedlicher Temperatur in einen elektrischen Strom umgesetzt wird. In der DE 201 07 112 U1 wird eine Einrichtung zur Energieversorgung von Feldgeräten in verfahrenstechnischen Anlagen, die mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle zum Datenaustausch mit einer zentralen Einrichtung ausgestattet sind, beschrieben, bei der das Feldgerät mit einem thermoelektrischen Wandler ausgestattet ist, mit dem die physikalische Größe Temperaturdifferenz zwischen zwei Medien verschiedener Temperatur in einen elektrischen Strom umgewandelt wird. Der thermoelektrische Wandler in der Einrichtung gemäß der DE 201 07 112 U1 wird dabei aus einem Thermoelement zwischen zwei Fühlstellen gebildet, wobei die erste Fühlstelle durch die Wand der Rohrleitung des verfahrenstechnischen Prozesses in das Prozessmedium hineinragt und die zweite Fühlstelle innerhalb oder außerhalb des Feldgerätes sich jeweils auf Umgebungstemperaturniveau befindet. Bei einer solchen Anordnung besteht allerdings die Schwierigkeit, dass die in das Prozessmedium hineinragende erste Fühlstelle des thermoelektrischen Wandlers besonders geschützt werden muß gegen Korrosion und Verunreinigung, wodurch insbesondere der Wärmeübergang von dem Medium auf die Fühlstelle und damit die Effizienz des thermoelektrischen Wandlers sich im Laufe der Zeit verschlechtern würde. Weiterhin stellt es einen erheblichen konstruktiven Aufwand dar, den thermoelektrischen Wandler mit seiner einen Fühlstellenseite in Innere des Prozessmediums zu bringen; auch gibt es etliche Einsatzstellen von Feldgeräten in verfahrenstechnischen Anlagen, bei denen ein direktes Eintauchen eines Bauteiles in das Prozessmedium aus anlagentechnischen Gründen gar nicht möglich ist. Außerdem ist die Effizienz eines thermoelektrischen Wandlers, der die Temperaturdifferenz zwischen zwei Medien unterschiedlicher Temperaturen ausnutzt, naturgemäß beschränkt. Somit wird die Einsatzmöglichkeit einer Energieversorgungseinrichtung gemäß der DE 201 07 112 U1 in der Praxis stark eingeschränkt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes in einer verfahrenstechnischen Anlage, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet ist, unter Verwendung eines thermoelektrischen Wandlers zu schaffen, welche die Nachteile der bekannten Anordnungen vermeidet, sowie ein Verfahren zur drahtlosen Versorgung eines Feldge-

rätes in einer verfahrenstechnischen Anlage, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet ist, mit elektrischer Energie zu entwickeln.

Die Aufgabe wird hinsichtlich der Anordnung gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und bezüglich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 6.

Erfindungsgemäß also ist der thermoelektrische Wandler außerhalb der prozessmedienführenden Rohrleitungen so in oder an dem Feldgerät angeordnet, dass der Wärmestrom in dem Feldgerät zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite und der prozessabgewandten Feldgeräteseite und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite und der prozessabgewandten Wandlerseite durch den thermoelektrischen Wandler in elektrische Energie umwandelbar ist.

Der Vorteil einer solchen erfindungsgemäßen Einrichtung besteht darin, dass eine Verunreinigung oder Korrosion des thermoelektrischen Wandlers weitgehend vermieden wird, und außerdem durch die Ausnutzung des Wärmestroms, d.h. der flächenbezogenen Leistung, ausgedrückt in W/m^2 , eine wesentlich höhere Effizienz des thermoelektrischen Wandlers erreichbar ist. Dabei sind thermoelektrische Wandler, die den durch sie hindurchgehenden Wärmestrom zur Erzeugung elektrischer Energie ausnutzen, im Prinzip bekannt, allerdings wurde bisher ihre Verwendbarkeit im Zusammenhang mit Feldgeräten in verfahrenstechnischen Anlagen, die mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet sind, von der Fachwelt verneint. Wie sich nun überraschend gezeigt hat, lassen sie sich sehr wohl und in vorteilhafter Weise zur Erzeugung von elektrischer Energie für Feldgeräte in verfahrenstechnischen Anlagen nutzen, und zwar für alle Arten von Feldgeräten, von Temperaturfühlern über Durchflussmesser bis zu Analysegeräten wie beispielsweise pH-Messgeräten oder Leitfähigkeitsmessern.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist der Wärmestrom in dem Feldgerät zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite und der prozessabgewandten Feldgeräteseite und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite und der prozessabgewandten Wandlerseite unabhängig von der Richtung des Wärmestromes

in elektrische Energie umwandelbar. Damit wird erreicht, dass auch in Fällen, in denen – beispielsweise wenn das Prozessmedium stark gekühlt wird – die Prozessmedientemperatur unter die Umgebungstemperatur sinkt, der thermoelektrische Wandler weiterhin elektrische Energie erzeugt und somit eine unterbrechungsfreie Stromversorgung des Feldgerätes gewährleistet ist.

Es ist sehr vorteilhaft, wenn der thermoelektrische Wandler auf der prozessabgewandten Wandlerseite mit einem Kühlkörper verbunden ist. Dadurch wird auf einfache Weise ein definierter, guter Pfad für den Wärmestrom geschaffen.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung sieht vor, dass der thermoelektrische Wandler ganz und der Kühlkörper wenigstens teilweise innerhalb des Gehäuses des Feldgerätes angebracht sind bzw. einen Teil des Gehäuses darstellen, denn dann ist ein besonders kompakter und modularer Aufbau aus wenigen Komponenten gewährleistet.

Sehr vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltungsform, bei der das Feldgerät mit einem Energiespeicher und einem Energiemanagementsystem ausgestattet ist, welches im Controller oder in dem Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul integriert ist. Mit dem Energiemanagementsystem ist der gesamte Energieverbrauch des Feldgerätes minimierbar. Das Energiemanagementsystem kann dabei über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle mit einer Leitstelle oder auch mit einer zentralen Leit- und/oder Servicestelle verbunden sein. Wird beispielsweise keine oder eine nur sehr geringe thermoelektrische Spannung festgestellt, so kann das daran liegen, dass gerade kein Prozessmedium vorhanden ist. Die Leitstelle oder zentrale Servicestelle kann das anhand der Messwerte anderer Feldgeräte feststellen. Im Falle einer Bestätigung könnte das Feldgerät durch die Leitstelle in einen Zustand reduzierter Aktivität und somit reduzierten Energieverbrauchs versetzt werden, so lange, bis erneut das Vorhandensein von Prozessmedium erkannt wird.

Prinzipiell kommen die oben genannten Vorteile bei allen Arten von Feldgeräten zum Tragen, insbesondere aber bei Feldgeräten mit einem gesamten Leistungsbedarf von einigen Milliwatt. Insbesondere sind dies Temperaturfühler- und Transmitter, bei denen bereits aufgrund ihres Einsatzortes in dem verfahrenstechnischen Prozess, welcher in der Regel ein Prozesspunkt mit einer gegenüber der Umgebung erhöhten

Temperatur ist, ein großer Wärmefluss durch das Feldgerät oder durch den thermoelektrischen Wandler zumindest teilweise gewährleistet ist.

Hinsichtlich des Verfahrens zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes in einer verfahrenstechnischen Anlage, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle ausgestattet ist, mit elektrischer Energie besteht der Kern der Erfindung darin, dass der thermoelektrische Wandler außerhalb der prozessmedienführenden Rohrleitungen angeordnet wird, und dass der Wärmestrom in dem Feldgerät zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite und der prozessabgewandten Feldgeräteseite und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite und der prozessabgewandten Wandlerseite durch den thermoelektrischen Wandler in elektrische Energie umgewandelt wird.

Dabei kann der Wärmestrom in dem Feldgerät zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite und der prozessabgewandten Feldgeräteseite und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite und der prozessabgewandten Wandlerseite unabhängig von der Richtung des Wärmestromes in elektrische Energie umgewandelt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, dass mittels eines auf der prozessabgewandten Wandlerseite angebrachten Kühlkörpers ein definierter Pfad für den Wärmestrom in dem Feldgerät geschaffen wird.

Sehr vorteilhaft ist es ferner, wenn der Energieverbrauch des Feldgerätes mittels eines Energiemanagementsystems minimiert wird, wobei das Energiemanagementsystem im Controller oder in dem Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul integriert ist und über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle mit einer zentralen Leit- und/oder Servicestelle verbunden ist. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Energieverbrauch des Feldgerätes in Abhängigkeit des Speicherzustandes und/oder der aktuellen Messgrößen und/oder deren zeitlicher Änderungsrate und/oder des der zentralen Leit- und/oder Servicestelle bekannten momentanen Anlagenzustandes minimiert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sind den weiteren Unteransprüchen zu entnehmen.

Anhand der Zeichnungen, in der zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind, sollen die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen und weitere Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung, mit in dem Feldgerät integrierten thermoelektrischen Wandler und Kühlkörper, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

- 10 In Fig. 1 ist also eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur drahtlosen Energieversorgung eines Feldgerätes 10, welches in dem hier gezeigten Beispiel ein Temperaturmessgerät zur Messung der Temperatur eines in einer Rohrleitung 1 eines verfahrenstechnischen Prozesses geführten und in der Fig. 1 durch einen Pfeil 1a dargestellten Prozessmediums ist, dargestellt. Das Feldgerät 10 ist umgeben von einem Gehäuse 11 und weist eine Sensor/Aktoreinheit 6, welche den eigentlichen
- 15 Messmodul 3, einen Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul 4 und auch eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle 5 umfasst. Der Messmodul 3 ist über eine Zwei- oder Vier-Drahtleitung mit einem Temperaturfühler 8 verbunden, welcher durch eine Öffnung in der Rohrleitung 1 in das Prozessmedium eintaucht. Das Feldgerät 10 ist über ein Verbindungsmittel 12, hier einen Rohrstutzen, mit der
- 20 Rohrleitung 1 verbunden. Dadurch wird eine dem Prozess zugewandte Feldgeräteseite 11a festgelegt, sowie weitere dem Prozess abgewandte Feldgeräteseiten 11b, 11c, 11d.

- An der prozesszugewandten Feldgeräteseite 11a weist das Feldgerät 10 eine hohlzylinderförmige Anformung 13 auf, die in Art eines Kragens so an dem Feldgerät
- 25 10 angeordnet ist, dass sie von der prozesszugewandten Feldgeräteseite 11a weg zu der Rohrleitung 1 hin orientiert ist. Diese hohlzylinderförmige Anformung 13 vermittelt die Verbindung mit dem Verbindungsmittel 12 und damit mit der Rohrleitung 1, und besteht bevorzugt aus thermisch schlecht leitfähigem Material, beispielsweise Kunststoff oder einem Kompositmaterial.

Axial im Inneren der hohlzylinderförmigen Anformung 13 ist ein thermoelektrischer Wandler 14 in Form einer Zylinderscheibe angebracht, deren äußerer Durchmesser dem inneren Durchmesser der hohlzylindrischen Anformung 13 entspricht und der in seiner axialen Erstreckungsrichtung teilweise ins Innere des Feldgerätes 10 hineinragt. Durch die Anordnung des thermoelektrischen Wandlers 14 innerhalb der hohlzylinderförmigen Anformung 13 wird an diesem eine prozesszugewandte Wandlerseite 14b und eine prozessabgewandte Wandlerseite 14c festgelegt. Die prozessabgewandte Wandlerseite wird auch als Umgebungsseite bezeichnet. An der prozesszugewandten Wandlerseite 14b ist der thermoelektrische Wandler 14 mit einem prozessseitigen Wärmeleitmittel 17 versehen, zur besseren thermischen Ankopplung an den verfahrenstechnischen Prozess. Entsprechend ist der thermoelektrische Wandler 14 an der prozessabgewandten Wandlerseite 14c mit einem umgebungsseitigen Wärmeleitmittel 16 versehen.

An der prozessabgewandten Wandlerseite 14c schließt an den Wandler 14, fest verbunden mit dessen umgebungsseitigem Wärmeleitmittel 16, ein Kühlkörper 20 an, der im Inneren des Feldgerätes 10 angeordnet ist. Der Kühlkörper 20 besteht im Wesentlichen aus einer Zylinderscheibe 20b, deren Außendurchmesser etwas geringer ist als der Innendurchmesser des Gehäuses 11, und einem auf dieser Zylinderscheibe 20b auf der dem Gehäuseinneren zugewandten Seite aufgesetztem hohlzylinderförmigen Ring 20c, der die Außenseite des Gehäuses 11 radial überragt. Die äußere Umfangsfläche des hohlzylinderförmigen Ringes 20c liegt somit außerhalb des Gehäuses 11 und weist eine mäanderartige Oberflächenkontur auf, so dass dadurch Kühlrippen 21 entstehen und die nach außen in die Umgebung gerichtete Oberfläche des Kühlkörpers 20 stark vergrößert ist. Der Kühlkörper 20 besteht insgesamt aus einem gut wärmeleitenden Material, beispielsweise Kupfer, Aluminium oder einer entsprechenden Metalllegierung, es könnte aber auch eine gut wärmeleitende Keramik sein. Über den so gestalteten Kühlkörper 20 in Verbindung mit dem umgebungsseitigen Wärmeleitmittel 16 ist also eine sehr gute wärmetechnische Anbindung der prozessabgewandten Wandlerseite 14c an die Umgebung des Feldgerätes gewährleistet. Unter der Annahme, dass die Temperatur des Prozessmediums 1a höher liegt als die Umgebungstemperatur, stellt sich folglich ein Wärmestrom ein, der in der Figur 1 durch den Pfeil 15 symbolisiert ist, und der, von dem prozesssei-

gen Wärmeleitmittel 17 ausgehend, den thermoelektrischen Wandler 14 durchdringt und über das umgebungsseitige Wärmeleitmittel 16 und den Kühlkörper 20 geleitet wird, so dass der Wärmestrom 15 insgesamt betrachtet in dem Feldgerät 10 zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite 11a und der prozessabgewandten Feldgeräteseite 11c, 11d, verläuft.

Durch den thermoelektrischen Wandler 14 wird der Wärmestrom in an sich bekannter Weise in elektrische Energie umgewandelt. Im Inneren des thermoelektrischen Wandlers sind dazu eine Anzahl von Thermoelementen in Reihe geschaltet, deren jedes aus einem Schenkel eines ersten Materials 18 und einem Schenkel eines zweiten Materials 19 besteht. Als erstes und zweites Material 18, 19, kommen alle Materialpaarungen in Frage, die den aus der Physik und dem Stand der Technik bekannten Seebeck-Effekt zeigen, beispielsweise Pt/PtRh, Ni/NiCr, Si/Ge, etc. Der Seebeck-Effekt selbst soll hier nicht weiter erläutert werden, es sei dazu auf einschlägige Physik-Lehrbücher verwiesen, beispielsweise auf Hering, Martin, Storer, Physik für Ingenieure, VDI Verlag Düsseldorf, 1992, S. 686ff. Das erste Material 18 und das zweite Material 19 sind an der prozesszugewandten Wandlerseite 14b, in gutem Wärmekontakt mit dem prozessseitigen Wärmeleitmittel 17 stehend, miteinander verbunden, beispielsweise verlötet. An der prozessabgewandten Wandlerseite sind die ersten und zweiten Materialien zweier benachbarter Thermoelemente miteinander verbunden, beispielsweise verlötet, in engem Wärmekontakt mit dem umgebungsseitigen Wärmeleitmittel. Auf diese Weise entsteht eine elektrische Reihenschaltung, aber eine wärmetechnische Parallelschaltung einer Vielzahl von Thermoelementen innerhalb des thermoelektrischen Wandlers.

Mittels zweier durch geeignete Durchführungen in dem Kühlkörper 20 von dem thermoelektrischen Wandler 14 in das Innere des Feldgerätes 10 verlaufenden Drähte wird die in dem thermoelektrischen Wandler 14 durch den Wärmestrom 15 erzeugte elektrische Spannung abgegriffen und über einen im Feldgerät 10 angeordneten Konvertergleichrichter 25 den weiteren Feldgerätekomponenten zugeführt. Es sind dies die Sensor/Aktoreinheit 6 mit dem darin integrierten Messmodul 3, dem Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul 4 und der drahtlosen Kommunikationsschnittstelle 5, sowie ein Controller 22 und ein Energiespeicher 24. In dem Energiespeicher 24 wird die im thermoelektrischen Wandler 14 erzeugte elektrische

Energie gespeichert, um im Falle eines kurzfristigen Absinkens der Primärenergiezufuhr, also eines kurzfristigen Absinkens des Wärmestromes 15, genügend elektrische Energie zur Versorgung aller Funktionen des Feldgerätes 10 zur Verfügung stellen zu können. Der Controller 22 ist mit allen Baugruppen des Feldgerätes verbunden und steuert den inneren Ablauf von Messung, Datenübertragung, ggf. Konfiguration des Feldgerätes über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle 5, sowie das Energiemanagement des Feldgerätes 10. Durch den Pfeil 5a ist der drahtlose Daten- und/oder Signalaustausch des Feldgerätes 10 über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle 5 mit einer außerhalb des Feldgerätes 10 liegenden, hier nicht dargestellten, zentralen Leit- und/oder Servicestelle symbolisiert, welche beispielsweise einzentraler Steuer- und Leitrechner sein kann.

Durch den Konvertergleichrichter 25 ist sichergestellt, dass das Feldgerät 10 auch in den Fällen mit elektrischer Energie versorgt ist, in denen der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler in umgekehrter Richtung verläuft, also in Richtung von der Umgebung hinein in den verfahrenstechnischen Prozess. Das kann z.B. dann der Fall sein, wenn der verfahrenstechnische Prozess eine starke Kühlung des Prozessmediums unter die Umgebungstemperatur erfordert, oder wenn bei gemäßigter Temperatur des Prozessmediums die Umgebungstemperatur stark ansteigt, beispielsweise durch Sonneneinstrahlung. Durch die hier dargestellte Ausführungsform der Erfindung kann das Feldgerät 10 also in sehr universeller Art mit elektrischer Energie versorgt werden. Um mit den niedrigen Spannungen des thermoelektrischen Wandlers arbeiten zu können, wird vorteilhafterweise ein an sich bekannter Synchrongleichrichter mit MOSFETs und nachfolgender Spannungserhöhung als Konvertergleichrichter verwendet. Eine andere denkbare Realisierung des Konvertergleichrichters verwendet zwei umgekehrt parallele Hochsetzsteller.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes. In der Ausführungsform nach Figur 2 ist der thermoelektrische Wandler 14 mit dem daran befestigten Kühlkörper 20 nicht innerhalb des Feldgerätes 10 angeordnet, sondern außerhalb, und zwar zwischen der Rohrleitung 1 und der prozesszugewandten Feldgeräteseite 11a. Der innere Aufbau des Feldgerätes 10, der Aufbau des Kühlkörpers 20, der Aufbau des thermoelektrischen Wandlers 14 sowie der verfahrenstechnische Prozess sind in der Ausführungsform nach Figur 2 ansonsten gleich wie in der Aus-

führungsform nach Figur 1 beschrieben, gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleichartige Komponenten. Es ist in der Ausführungsform nach Figur 2 zwischen der prozesszugewandten Seite des Kühlkörpers 20 und der Rohrleitung 1 zusätzlich noch eine als Hitzeschild 26 bezeichnete Abschirmung angebracht, die in Form einer
5 Scheibe mit einem Außendurchmesser, der etwas größer als der Außendurchmesser des Kühlkörpers 20 ist, angebracht ist. Die Funktion des Hitzeschildes besteht darin, den Kühlkörper 20 und die Rohrleitung 1 wärmetechnisch voneinander abzuschirmen, insbesondere gegenüber einer gegenseitigen Beeinflussung aufgrund von
— Strahlung oder Konvektion, so dass der Temperaturunterschied zwischen der Um-
10 gebung und dem verfahrenstechnischen Prozess immer den größtmöglichen Wert aufweist und damit auch der Wärmestrom 15 durch den thermoelektrischen Wandler 14 maximal ist.

Ein weiterer Vorteil der Ausführungsform nach Figur 2 besteht in dem modularen Aufbau. Der Kühlkörper 20 mit dem Hitzeschild 26 und dem thermoelektrischen
15 Wandler 14 bilden einen Energieversorgungsmodul, der unabhängig von dem eingesetzten Feldgerät 10 über ein Verbindungsmittel 12, hier einen Rohrstutzen, an den verfahrenstechnischen Prozess angeschlossen werden kann und der dann den Anschluss einer Reihen von unterschiedlichen Feldgeräten ermöglicht.

Die in den beiden Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiele stellen nur einige
20 der vielfach möglichen Realisierungsmöglichkeiten erfindungsgemäßer Einrichtungen dar. Alle denkbaren Arten von Feldgeräten sind mit erfindungsgemäßen Einrichtungen an alle denkbaren Arten von verfahrenstechnischen Prozessen oder Prozessabschnitten auf flexible Art und Weise anschließbar und ermöglichen dort eine langzeitsichere, drahtlose Versorgung der Feldgeräte mit elektrischer Energie.

Bezugszeichenliste

1	Rohrleitung
1a	Prozessmedium
3	Messmodul
4	Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul
5a	Richtungspfeil
5	drahtlose Kommunikationsschnittstelle
6	Sensor/Aktoreinheit
8	Sensor
10	Feldgerät
11	Gehäuse
11a	prozesszugewandte Feldgeräteseite
11b	prozessabgewandte Feldgeräteseite
11c	prozessabgewandte Feldgeräteseite
11d	prozessabgewandte Feldgeräteseite
12	Verbindungsmittel
13	hohlzylinderförmige Anformung
14	Thermoelektrischer Wandler
14b	prozesszugewandte Wandlerseite
14c	prozessabgewandte Wandlerseite
15	Wärmestrom
16	umgebungsseitiges Wärmeleitmittel
17	prozessesseitiges Wärmeleitmittel
18	erstes Material
19	zweites Material
20	Kühlkörper
20a	hohlzylinderförmige Anformung
20b	Zylinderscheibe
20c	kreiszyklindrischer Ring
21	Kühlrippe
22	Controller
24	Energiespeicher
25	Konvertergleichrichter
26	Hitzeschild

Patentansprüche

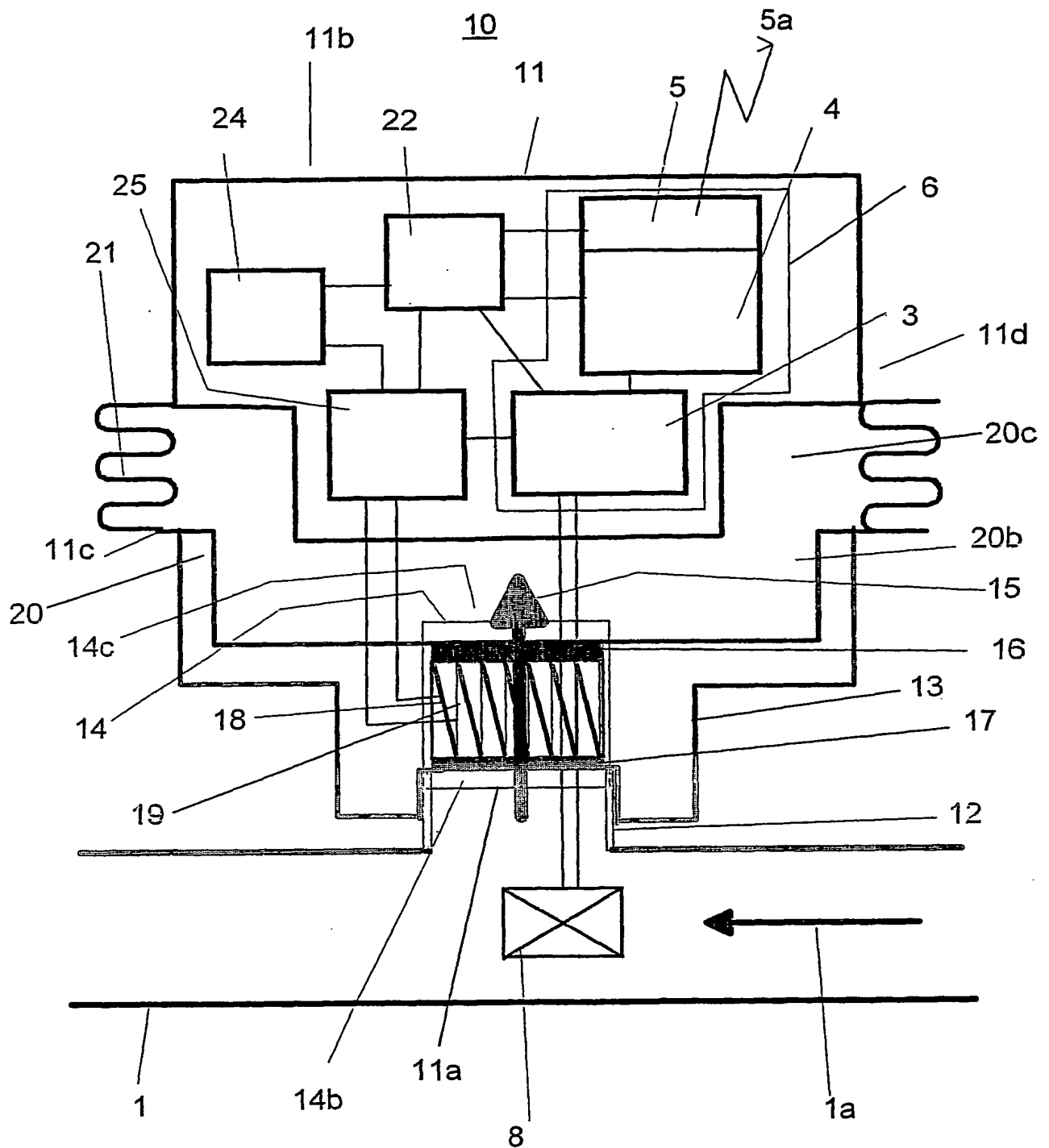
1. Anordnung zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes (10) mit einem Gehäuse (11) zur Überwachung eines verfahrenstechnischen Prozesses in einer verfahrenstechnischen Anlage, in der prozessmedienführende Rohrleitungen vorhanden sind, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle (5) ausgestattet ist, mit elektrischer Energie, wobei das Feldgerät (10) wenigstens eine prozesszugewandte Feldgeräteseite (11a) und wenigstens eine prozessabgewandte Feldgeräteseite (11b, c, d) aufweist und mit einem thermoelektrischen Wandler (14) ausgestattet ist, der eine prozesszugewandte Wandlerseite (14b) und eine prozessabgewandte Wandlerseite (14c) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoelektrische Wandler (14) außerhalb der prozessmedienführenden Rohrleitung so in oder an dem Feldgerät (10) angeordnet ist, dass der Wärmestrom in dem Feldgerät (10) zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite (11a) und der prozessabgewandten Feldgeräteseite (11b, c, d), und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler (14) zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite (14b) und der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) durch den thermoelektrischen Wandler (14) in elektrische Energie umgewandelt wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmestrom in dem Feldgerät (10) zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite (11a) und der prozessabgewandten Feldgeräteseite (11b, c, d) und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler (14) zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite (14b) und der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) unabhängig von der Richtung des Wärmestromes in elektrische Energie umwandelbar ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoelektrische Wandler (14) auf der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) mit einem Kühlkörper (20) verbunden ist.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der thermoelektrische Wandler (14) ganz und der Kühlkörper (14) wenigstens teilweise innerhalb des Gehäuses (11) angebracht sind.

5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Feldgerät (10) mit einem Energiespeicher (24) und einem Energiemanagementsystem ausgestattet ist, welches im Controller (22) oder in dem Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul (4) integriert ist.
- 5 6. Verfahren zur drahtlosen Versorgung eines Feldgerätes (10) mit einem Gehäuse (11) zur Überwachung eines verfahrenstechnischen Prozesses in einer verfahrenstechnischen Anlage, in der prozessmedienführende Rohrleitungen vorhanden sind, das mit einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle (5) ausgestattet ist, mit elektrischer Energie, wobei das Feldgerät (10) wenigstens eine prozesszugewandte Feldgeräteseite (11a) und wenigstens eine prozessabgewandte Feldgeräteseite (11b, c, d) aufweist und mit einem thermoelektrischen Wandler (14) ausgestattet ist, der eine prozesszugewandte Wandlerseite (14b) und eine prozessabgewandte Wandlerseite (14c) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmestrom in dem Feldgerät (10) zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite (11a) und der prozessabgewandten Feldgeräteseite (11b, c, d) und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler (14) zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite (14b) und der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) durch den thermoelektrischen Wandler (14) in elektrische Energie umgewandelt wird.
- 10 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmestrom in dem Feldgerät (10) zwischen der prozesszugewandten Feldgeräteseite (11a) und der prozessabgewandten Feldgeräteseite (11b, c, d) und/oder der Wärmestrom durch den thermoelektrischen Wandler (14) zwischen der prozesszugewandten Wandlerseite (14b) und der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) unabhängig von der Richtung des Wärmestromes in elektrische Energie umgewandelt wird.
- 20 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mittels eines auf der prozessabgewandten Wandlerseite (14c) angebrachten Kühlkörpers (20) ein definierter Pfad für den Wärmestrom in dem Feldgerät (10) geschaffen wird.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieverbrauch des Feldgerätes (10) mittels eines Energiemanagementsystems mi-

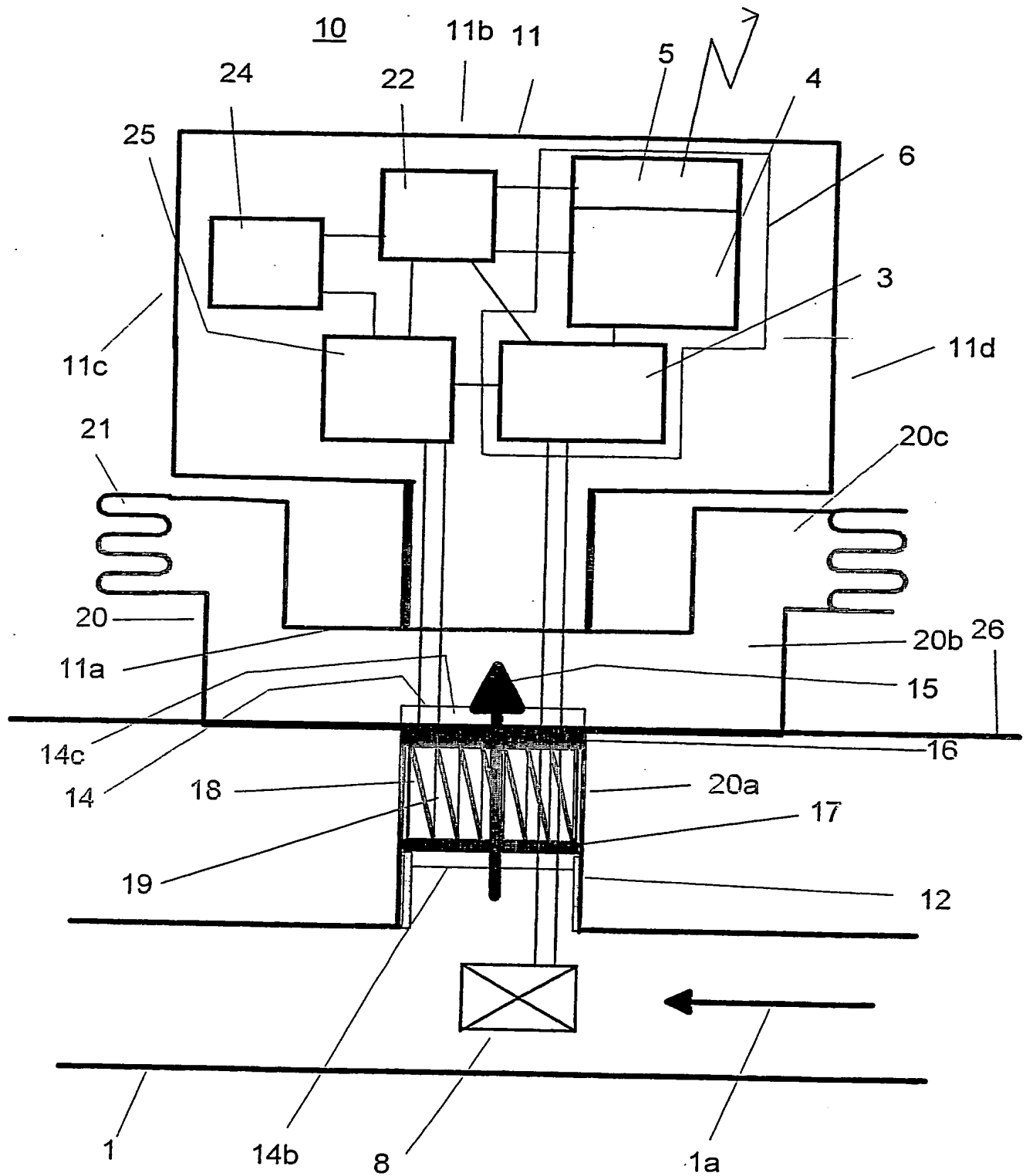
nimiert wird, wobei das Energiemanagementsystem im Controller (22) oder in dem Steuerungs-, Datenerfassungs- und Verarbeitungsmodul (4) integriert ist und über die drahtlose Kommunikationsschnittstelle (5) mit einer zentralen Leit- und/oder Servicestelle verbunden ist.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Energieverbrauch des Feldgerätes (10) in Abhängigkeit des Zustandes eines im Feldgerät angeordneten Energiespeichers (24) und/oder der aktuellen Messgrößen und/oder deren zeitlicher Änderungsrate und/oder des der zentralen Leit- und/oder Servicestelle bekannten momentanen Anlagenzustandes minimiert
- 10 wird.

1/2



Figur 1



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat	Application No
PCT/EP	03/02529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02J15/00 G01D21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02J G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 201 07 112 U (ABB PATENT GMBH) 5 July 2001 (2001-07-05) cited in the application abstract -----	1,6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 2003

Date of mailing of the international search report

21/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Salm, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati Application No

PCT/EP 03/02529

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 20107112	U	05-07-2001	DE	20107112 U1	05-07-2001

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/02529

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02J15/00 G01D21/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02J G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 201 07 112 U (ABB PATENT GMBH) 5. Juli 2001 (2001-07-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,6

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Salm, R

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP 03/02529

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)